

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-018170

(43)Date of publication of application : 18.01.2000

(51)Int.Cl.

F04B 49/06

F04D 13/00

(21)Application number : 10-204303

(71)Applicant : EBARA CORP

(22)Date of filing : 03.07.1998

(72)Inventor : YAMAMOTO MASAKAZU

MIYAKE YOSHIO

KAWABATA JUNYA

UEI KEITA

MIYAZAKI YOSHIAKI

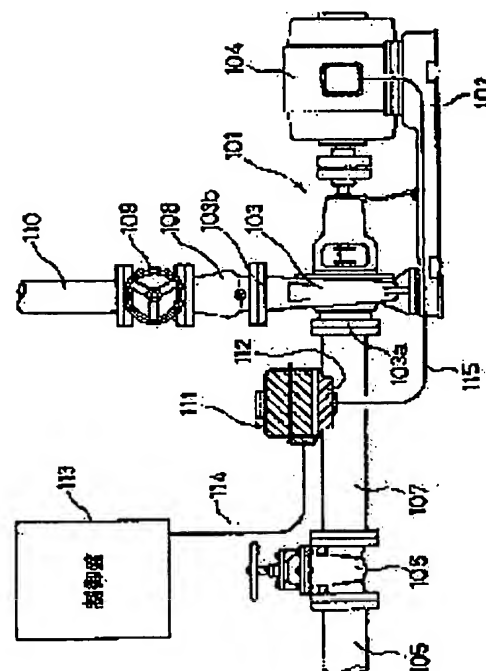
IJIMA KATSUJI

## (54) HYDRAULIC MACHINE UNIT

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a hydraulic machine unit enabling energy conservation by avoiding waste with a relatively low cost frequency accommodation converter, and to protect the motor from overcurrent or overheat.

**SOLUTION:** In this hydraulic machine unit, a frequency converter is connected to a hydraulic machine 103 driven by a motor 104. Presupposing that the hydraulic machine 103 is driven at a lower frequency than the rated frequency, a frequency converter the capacity of which is selected based on the electric capacity required in practical use at decelerating is used.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

10.05.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

10.10.2006

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-18170  
(P2000-18170A)

(43) 公開日 平成12年1月18日 (2000.1.18)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
F 0 4 B 49/06	3 4 1	F 0 4 B 49/06	3 4 1 G 3 H 0 4 5
F 0 4 D 13/00		F 0 4 D 13/00	

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-204303

(22) 出願日 平成10年7月3日 (1998.7.3)

(71) 出願人 000000239

株式会社荏原製作所  
東京都大田区羽田旭町11番1号

(72) 発明者 山本 雅和

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社  
荏原製作所内

(72) 発明者 三宅 良男

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社  
荏原製作所内

(74) 代理人 100091498

弁理士 渡邊 勇 (外2名)

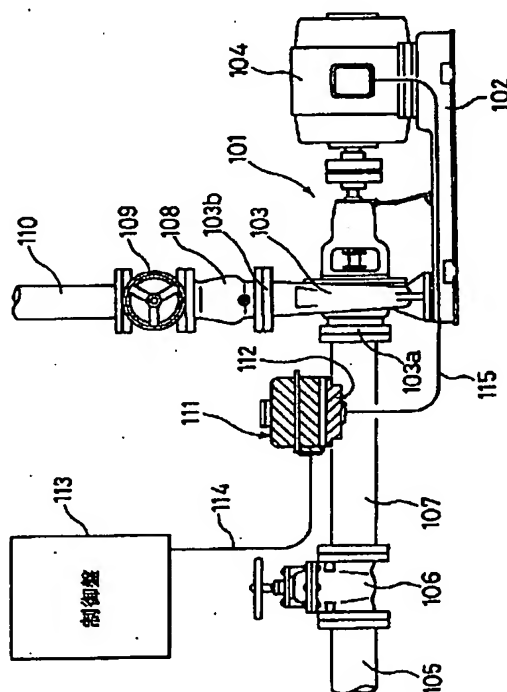
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流体機械設備

(57) 【要約】

【課題】 無駄を無くして比較的安価な周波数変換器で省エネルギーを図ることができ、しかもモータを過電流や過熱から保護することができるようにした流体機械設備を提供する。

【解決手段】 モータ104によって駆動される流体機械103に周波数変換器を接続した流体機械設備において、流体機械103を定格周波数よりも低い周波数で減速運転することを前提とし、減速運転時に実際に必要な電氣的容量に基づいて容量を選定した周波数変換器を用いた。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 モータ駆動の流体機械に周波数変換器を接続した流体機械設備において、前記流体機械を定格周波数よりも低い周波数で減速運転することを前提とし、減速運転時に実際に必要な電氣的容量に基づいて容量を選定した周波数変換器を用いたことを特徴とする流体機械設備。

【請求項2】 モータ駆動の流体機械に周波数変換器を接続した流体機械設備において、最高出力周波数が流体機械の定格周波数よりも小さい周波数変換器を用いたことを特徴とする流体機械設備。

【請求項3】 前記周波数変換器の最高出力周波数の設定値を、50Hz用流体機械の場合には略47.5Hzとし、60Hz用流体機械の場合には略56Hzとしたことを特徴とする請求項1または2に記載の流体機械設備。

【請求項4】 前記周波数変換器の最高出力周波数の設定値を略40Hzとしたことを特徴とする請求項1または2に記載の流体機械設備。

【請求項5】 請求項1乃至4のいずれか1項に記載の流体機械設備に使用するために、あらかじめ用意した最高出力周波数の異なる複数の周波数変換器からなる周波数変換器群。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、流体機械設備に係り、特に冷温水の循環などに使用される循環用ポンプに周波数変換器を接続して、省エネルギーを図るようにした流体機械設備に関する。

**【0002】**

【従来の技術】インバータ（周波数変換器）を使用し、モータポンプの回転数を制御する技術が知られている。そして、この手法は、給水装置のような激しい負荷変動を伴う用途のみではなく、循環用ポンプなどでも、極めて有効な省エネルギー手段となる。

【0003】汎用ポンプは要項基準ではない。即ち、要項（流量・揚程）に合わせてポンプを製作するのではなく、在庫品の中から要項を上まわるポンプを選定して使用する。加えて、一般に計画要項は流量に余裕を見て最大流量にて算出され、かつ、配管損失にも余裕と経年変化が見込まれる。したがって、実際の運転は過大流量を抑えるためのバルブ調整を伴い、無駄の多いものとなる。つまり、計算式通りにポンプを選定しても、大なり小なり無駄が生じることになる。しかも、この無駄が意外に大きく、循環用ポンプでは50%に達する事例も報告されている。

【0004】省エネルギーの決め手は、「真」の要項（現地で運転してみることで初めてわかる必要最小限の流量・揚程）にポンプの運転点を一致させ、無駄のない「効率的運転」を行うことである。このような観点か

ら、既設の流体機械設備に周波数変換器（インバータ）を接続する場合には、従来は流体機械を駆動するモータの定格容量を基準にインバータを選定していた。即ち、モータの出力定格が22kwであれば、インバータも22kw用のものを選定していた。また、この時に選定される周波数変換器は、その最高出力周波数がモータの電源周波数と同一か或いはこれよりも高い値に設定できるようになっていた。

**【0005】**

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の技術のように、モータの定格容量を基準に、これと同一の容量のインバータを選定すると、少なからず無駄が生じる。なぜなら、前述したように、インバータを使用してモータの減速運転することで、例えば、消費電力が50%削減できるならば、インバータそのものの容量も小さくて良いはずである。インバータの活用による省エネルギーが普及しない理由の1つは、インバータの価格が高いことにある。つまり、省エネルギーの結果、削減できる電力料金よりもインバータの価格が割高となってしまう。

【0006】また、周波数変換器の出力周波数がモータの電源周波数よりも高いと、一般の流体機械においては、モータが過負荷となる。また、電源周波数と同一の周波数であっても、インバータでモータを駆動すると、その電圧降下や高調波成分（歪電流）の影響で、運転電流値が上昇してモータの巻線温度上昇値が規定値を超える場合がある。

【0007】本発明は上記問題点を鑑み、無駄を無くして比較的安価な周波数変換器で省エネルギーを図ることを第1の課題とし、モータを過負荷や過熱から保護することを第2の課題とする。

**【0008】**

【課題を解決するための手段】上記第1の課題を解決するため、本発明の第1の態様は、モータ駆動の流体機械に周波数変換器を接続した流体機械設備において、前記流体機械を定格周波数よりも低い周波数で減速運転することを前提とし、減速運転時に実際に必要な電氣的容量（消費電力や電流値が目安となる）に基づいて容量を選定した周波数変換器を用いたことを特徴とする。本発明によれば、周波数変換器の容量は必ずしも流体機械の定格容量と同一でなくとも良くなり、比較的低価格のインバータで電力料金を節減できるので、初期の投資を短期間に回収することが可能となる。

【0009】本件出願人は、先に特願平10-108588号において、インバータ（周波数変換器）を活用した回転数調節によってもたらされる省エネルギー量を、流体機械に周波数変換器を接続する前にあらかじめ把握できる流体機械の診断システムを提案している。流体機械の診断システムは、診断すべき対象の流体機械の所定の情報を入力することにより、流量－揚程特性に代表さ

れる流体機械の特性を特定化する第1特定化手段と、診断すべき対象の流体機械を運転し、運転時の流体機械の運転圧力(揚程)又は運転流量又は消費電力又は運転電流値の測定結果を入力することにより、前記特定化された流体機械の特性と測定された流体機械の運転圧力又は運転流量との関連性によって流体機械の運転流量又は運転圧力を特定化する第2特定化手段と、診断すべき流体機械の回転数を変化させた場合の運転流量又は運転圧力又は消費電力の変化を演算させ、演算結果を表示させる処理手段とからなる。このようなシステムを使用すると、減速運転時の消費電力や電流値を試算することが容易となるため、必要最小限の容量の周波数変換器(インバータ)を選定し易くなる。

【0010】また上記第2の課題を解決するため、本発明の第2の態様は、モータ駆動の流体機械に周波数変換器を接続した流体機械設備において、最高出力周波数が流体機械の定格周波数よりも小さい周波数変換器を用いたことを特徴とする。本発明によれば、商用電源にてモータの負荷容量ぎりぎりの負荷の大きな運転点で使用されていた流体機械に周波数変換器を接続しても、モータの電流値は定格の値以下となる。

【0011】この場合、周波数変換器を接続した状態で、商用電源と同じ周波数で流体機械を駆動することはできないが、減速運転によって省エネルギーを図ることが目的であるため、実質的に支障はない。なお、商用電源と同じ周波数で運転したい場合には、周波数変換器を取り外し、モータと電源を直接接続すればよい。この場合、別の方法としては周波数変換器に商用電源を直接モータに供給するためのバックアップ回路を設けておくこともできる。

【0012】また、本発明は、最高出力周波数が56Hzおよび47.5Hzの周波数変換器の他に略40Hzの周波数変換器を用意することを提案する。この結果、60Hz地区のユーザには56Hzまたは47.5Hzの周波数変換器を供給することで、より省エネルギーを図り易くなる。つまり、流体機械に対して1クラス容量の小さな周波数変換器を使用できる場合が増え、省エネルギーのための初期コストを相対的に低減できる。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。まず、図1に示すような既存の流体機械設備に周波数変換器を接続する場合を説明する。図1において、符号101はポンプユニットであり、ポンプユニット101は共通ベース102上にポンプ103とモータ104とを設けた構成からなる。吸込配管105から導かれた流体は吸込側仕切弁106及び短管107を通過し、ポンプ吸込口103aからポンプ103内に吸い込まれ昇圧された後、ポンプ吐出口103bから吐き出される。吐き出された流体は更に逆止弁108、吐出側仕切弁109を通過し、吐出配管11

0へ導かれる。前記モータ104には、制御盤113から電力が供給される。

【0014】図1に示す流体機械設備(ポンプ設備)において、ポンプの回転数を低減した場合の消費電力などの変化を、例えば図2に示す器材を使用して、実際にインバータを接続する前に把握する。この器材には、パーソナルコンピュータPCと、所定のプログラムを記録した記録媒体としてのフロッピディスク(FD)又はCD-ROMと、出力装置の一部を構成するプリンタPRと、流体機械の吸込側に取り付けられる連成計 $C_{PG}$ 、吐出側に取り付けられる圧力計 $P_G$ 、および流体機械を駆動するモータの消費電力を測定するパワーメータ $P_w$ が含まれている。

【0015】図2に示す器材を使用し、図1に示すポンプ103の吸込側に連成計 $C_{PG}$ を、吐出側に圧力計 $P_G$ を、モータ104にパワーメータ $P_w$ をそれぞれ取り付け、これらの測定値をフロッピディスク(FD)又はCD-ROMを装着したパーソナルコンピュータPCに入力して、図3に示す省エネルギー試算データを得る。次に、この試算データを得る方法を説明する。

【0016】まず、流体機械の所定の情報、例えば、

- ・ポンプの口径
- ・モータの定格出力(又はポンプの公称出力)
- ・モータの極数
- ・モータの運転周波数
- ・ポンプの羽根車段数

をポンプ銘板の値などを参照してパーソナルコンピュータPCに入力し、これによって、ポンプの流量-揚程特性及び流量-消費電力特性を特定化する。この特定化は、例えばフロッピディスク(FD)やCD-ROMに格納されたデータから近いものを選択することにより行う。そして、この特定化されたポンプ特性を、実際の運転点における流体機械の消費電力を入力することで精度補正する。

【0017】一方、運転時のポンプ103の吸込側の連成計 $C_{PG}$ と吐出側の圧力計 $P_G$ の測定値から運転圧力を算出して、前記特定化されたポンプ特性とこの算出された運転圧力から実際の運転点を特定化する。そして、前記特定化されたポンプ特性と実際の運転点を基に、設備側(配管側)の抵抗曲線を算出する。

【0018】即ち、図4において、

$$H_1 - H_0 = K_1 Q_1^2$$

$$\therefore K_1 = (H_1 - H_0) / Q_1^2 \quad (H_1 \text{は全揚程、} H_0 \text{は実揚程、} Q_1 \text{は流量})$$

となり、 $Q_1$ 、 $H_1$ 、 $H_0$ が特定できれば $K_1$ は求められる。従って、任意の流量 $Q$ における設備側(配管側)の抵抗 $F$ は、 $F = H_0 + K_1 Q^2 = H_0 + (H_1 - H_0) (Q / Q_1)^2$ となる。なお、実揚程の把握が困難な場合は、図5に示すように、仮の実揚程として3種類(モデル1, 2, 3)程度の数字を入力しておくことも可能であ

る。

【0019】図3において、曲線 $\alpha_8$ は前述のようにして特定化したポンプの流量－揚程特性である。曲線 $\alpha_8$ 上には、図示しない複数の点が存在する。そして、その点の座標は、流量と揚程によって $(q_1, h_1)$ 、 $(q_2, h_2)$ ……のように定義される。そこで、これらの点に対してある回転数比を設定する。今、回転数比を0.95とした場合、 $q_1$ は $q_1 \times 0.95$ に移動し、 $h_1$ は $h_1 \times 0.95^2$ に移動する。即ち、 $(0.95q_1, 0.95^2h_1)$ 、 $(0.95q_2, 0.95^2h_2)$ ……なる点生まれ、これらの点をつないだ曲線が $\alpha_7$ となる。以下、同様にして $\alpha_6 \sim \alpha_1$ の曲線を作図する。

【0020】曲線 $\beta$ は、前述の方法によって算出した設備側（配管側）の抵抗曲線である。⑧で示す点は、実際の運転点であり、⑦～①の点は、回転数を変化させた場合の計算上の運転点である。

【0021】曲線 $\gamma_8$ は、前述のようにして特定化したポンプの流量－消費電力特性である。曲線 $\gamma_8$ 上には、図示しない複数の点が存在する。そして、その点の座標は、流量と消費電力によって $(q_1, w_1)$ 、 $(q_2, w_2)$ ……のように定義される。そこで、これらの点に対して前述の通りある回転数比を設定する。回転数比を0.95とした場合、 $q_1$ は $q_1 \times 0.95$ に移動し、 $w_1$ は $w_1 \times 0.95^3$ に移動する。これは、回転数を変化させても、ポンプ効率及びモータ効率が変わらないことを前提とした場合である。また、インバータなどを使用する場合の周波数変換ロスも考慮していない。これらをあらかじめ考慮して、より精度高く、消費電力を算出することも可能である。

【0022】上述したようにして、 $(0.95q_1, 0.95^3w_1)$ 、 $(0.95q_2, 0.95^3w_2)$ ……なる点生まれ、これらをつないだ曲線が $\gamma_7$ となる。以下、同様にして $\gamma_6 \sim \gamma_1$ の曲線を作図する。曲線 $\gamma_8 \sim \gamma_1$ 上には、⑧～①の運転点に対応する消費電力を点で示してある。

【0023】さて、図3において、斜線部で記した点を設備の設計点とする。即ち、3500l/minの流量が必要な場合に、実揚程を含めた配管抵抗が38.5mとなるであろうという計算上の点である。これに対して、⑧の点が実際の運転点である。この設計点と実際の運転点の「ずれ」は、前述の理由（従来の技術の項参照）によって生まれる。この例では、設計点流量に対して、実際には40%も過大な流量で運転されていることになる。

【0024】そこで、このようにして把握した無駄を省くため、図1に示す流体機械設備に図6に示すように周波数変換器（インバータ）を備えた性能調整装置を接続してモータの回転数を制御する。即ち、内部に周波数変換器を収容した性能調整装置111を、例えば熱伝導性の良好なアルミ合金からなる放熱手段112を介在させ

つつ短管107に取り付ける。そして、制御盤113から供給される電力は性能調整装置111の入力手段である入力側ケーブル114から該装置111内に収容された周波数変換器に導かれて周波数が変換され、この周波数が変換された電力は性能調整装置111の出力手段である出力側ケーブル115からモータ104へと供給されるようにする。

【0025】ここで、性能調整装置111における周波数変換には損失熱が伴うが、この例では、上記損失熱が放熱手段112及び短管107を介してポンプ取扱流体に放熱され、これにより、一般に汎用インバータに用いられる空冷ファンなどは不要となる。

【0026】図7は、前記性能調整装置111の詳細を示す図であり、図7(a)は正面図、図7(b)は側面図である。性能調整装置111は、周波数変換器を収容するベース46とカバー47からなるケースを備えている。このベース46とカバー47は、熱伝導性の良好なアルミ合金からなり、両者の間にシール部材を介在させつつボルト等の締結具で固定されて、外気との気密を保っている。そして、前記ベース46と放熱手段112とはボルト55で締結され、放熱手段112は短管107にUボルト120で固定されている。更に、入力側ケーブル114及び出力側ケーブル115は、例えば水中モータポンプで使用される水中ケーブルと同様な方法で性能調整装置111と外気との気密を確保している。

【0027】これにより、ケース内は外気と遮断されて内部結露が防止され、この内部に収納された周波数変換器がポンプ周辺の湿気や野外における雨の影響を受けることがない。また、前記カバー47に固定されたネジ止め式キャップ124内には、例えばロータリー式の段階式スイッチから構成され、出力周波数を5%刻みで8段階に切替える調節ツマミ124が設けられている。

【0028】前記周波数変換器（インバータ）としては、前記モータ104が60Hz用の場合には、その最高出力周波数の設定値が56Hzまたは47.5Hzのものが、前記モータ104が50Hz用の場合には、その最高出力周波数の設定値が47.5Hzまたは40Hzのものがそれぞれ使用される。60Hz用の流体機械をインバータを使用して60Hzで運転すると、インバータの電圧降下や高調波成分（歪電流）の影響で、運転電流値が上昇してモータの巻線温度上昇が規定値を超える場合があり、50Hz用の流体機械をインバータを使用して50Hzで運転した場合も同様であるが、このように、60Hz用の流体機械に使用する周波数変換器の最高出力周波数（上限周波数）を56Hzとし、また50Hz用の流体機械に使用する周波数変換器の上限周波数を47.5Hzとすることでこの問題を解決することができる。

【0029】ここに、60Hz用の流体機械に最高出力周波数の設定値が56Hzの周波数変換器（インバー

タ)を取り付けた場合と、最高出力周波数の設定値が47.5Hzの周波数変換器を取り付けた場合の、モータに流れる各周波数・電圧ごとの運転電流値を試算した結

果を下記の表1に示す。

【表1】

		A								B-1							
		最高出力周波数が56Hzの周波数変換器を接続した場合の流体機械の運転電流値(A)								最高出力周波数が47.5Hzの周波数変換器を接続した場合の流体機械の運転電流値(A)							
運転周波数 設定ツマミ No.		⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①
運転周波数 (Hz)		56	53	50	47.5	45	42.5	40	38	47.5	45	42.5	40	38	36	34	32
運転電圧 (V)		180	160	140	125	112	100	90	80	125	112	100	90	80	71	63	56
80Hz 用流体機械 (公称出力kw)	1.5	7A	6.7	6.8	6.0	5.7	5.4	5.1	4.9	6.0	5.7	5.4	5.1	4.9	4.7	4.4	4.2
	2.2	10	9.5	9.0	8.6	8.1	7.7	7.4	7.0	8.6	8.1	7.7	7.4	7.0	6.7	6.3	6.0
	3.7	15	14.3	13.5	12.9	12.2	11.6	11.0	10.5	12.9	12.2	11.6	11.0	10.5	10.0	9.5	9.0
	5.5	22	20.9	19.9	18.9	17.9	17.0	16.2	15.4	18.9	17.9	17.0	16.2	15.4	14.6	13.9	13.2
	7.5	29	27.6	26.2	24.9	23.6	22.4	21.3	20.3	24.9	23.6	22.4	21.3	20.3	19.2	18.3	17.4
	11	42	39.9	37.9	36.0	34.2	32.5	30.9	29.3	36.0	34.2	32.5	30.9	29.3	27.9	26.5	25.1
	15	56	53.2	50.5	48.0	45.6	43.3	41.2	39.1	48.0	45.6	43.3	41.2	39.1	37.2	35.3	33.5
	18.5	70	66.5	63.2	60.0	57.0	54.2	51.5	48.9	60.0	57.0	54.2	51.5	48.9	46.4	44.1	41.9
	22	82	77.9	74.0	70.3	66.8	63.5	60.3	57.3	70.3	66.8	63.5	60.3	57.3	54.4	51.7	49.1

注) 2重枠の部分は、1ランク容量の小さな周波数変換器を使用できる。

この表1において、(A)は最高出力周波数が56Hzの周波数変換器を取り付けた場合であり、(B-1)は、最高出力周波数が47.5Hzの周波数変換器を取り付けた場合である。

【0030】また、50Hz用の流体機械に最高出力周波数の設定値が47.5Hzの周波数変換器(インバー

タ)を取り付けた場合と、最高出力周波数の設定値が40Hzの周波数変換器を取り付けた場合の、モータに流れる各周波数・電圧ごとの運転電流値を試算した結果を下記の表2に示す。

【表2】

		B-2								C							
		最高出力周波数が47.5Hzの周波数変換器を接続した場合の流体機械の運転電流値(A)								最高出力周波数が40Hzの周波数変換器を接続した場合の流体機械の運転電流値(A)							
運転周波数 設定ツマミ No.		⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①
運転周波数 (Hz)		47.5	45	42.5	40	38	36	34	32	40	38	36	34	32	30	28	26.5
運転電圧 (V)		180	160	140	125	112	100	90	80	125	112	100	90	80	71	63	56
50Hz 用流体機械 (公称出力kw)	1.5	7A	6.7	6.3	6.0	5.7	5.4	5.1	4.9	6.0	5.7	5.4	5.1	4.9	4.7	4.4	4.2
	2.2	10	9.5	9.0	8.6	8.1	7.7	7.4	7.0	8.6	8.1	7.7	7.4	7.0	6.7	6.3	6.0
	3.7	15	14.3	13.5	12.9	12.2	11.6	11.0	10.5	12.9	12.2	11.6	11.0	10.5	10.0	9.5	9.0
	5.5	22	20.9	19.9	18.9	17.9	17.0	16.2	15.4	18.9	17.9	17.0	16.2	15.4	14.6	13.9	13.2
	7.5	29	27.6	26.2	24.9	23.6	22.4	21.3	20.3	24.9	23.6	22.4	21.3	20.3	19.2	18.3	17.4
	11	42	39.9	37.9	36.0	34.2	32.5	30.9	29.3	36.0	34.2	32.5	30.9	29.3	27.9	26.5	25.1
	15	56	53.2	50.5	48.0	45.6	43.3	41.2	39.1	48.0	45.6	43.3	41.2	39.1	37.2	35.3	33.5
	18.5	70	66.5	63.2	60.0	57.0	54.2	51.5	48.9	60.0	57.0	54.2	51.5	48.9	46.4	44.1	41.9
	22	82	77.9	74.0	70.3	66.8	63.5	60.3	57.3	70.3	66.8	63.5	60.3	57.3	54.4	51.7	49.1

注) 2重枠の部分は、1ランク容量の小さな周波数変換器を使用できる。

この表2において、(B-2)は最高出力周波数が4

7.5Hzの周波数変換器を取り付けた場合であり、

(C)は、最高出力周波数が40Hzの周波数変換器を取り付けた場合である。

【0031】なお、前記表1及び表2の試算は下記の条件で行った。

- ① 表1において、例えば、60Hz、200V、22kwの流体機械の運転電流値（モータ銘盤値）を仮に82Aとしている。
- ② インバータのV/Fパターンは、 $V/F^2$ 一定とした。即ち、周波数の2乗で電圧を低下させている。
- ③ モータの効率・力率は一定とした。
- ④ 流体機械の軸動力は、回転数（周波数）の3乗に比例するものとした。
- ⑤ したがって、流体機械の運転電流値は、インバータの周波数の1乗に比例する。
- ⑥ 但し、インバータの電圧降下などを考慮して、60Hzに対して約95%周波数となる56Hzにおいて、商用電源の60Hzと同じ運転電流値（82A）になると仮定した。

【0032】ここに、前記表1の（B-1）と表2の（B-2）は、最高出力周波数（上限周波数）が47.5Hzであるが、運転電圧が異なっている。これは、60Hz、200Vと、50Hz、200Vのモータ定格に整合させたためであり、モータが50/60Hzの共通定格であれば、表1の（B-1）を表2の（B-2）に一本化することも可能となる。

【0033】表1および表2から、8番から1番に向かって調節ツマミを切替えて行くと、運転電流値が徐々に低下してゆき、この値が小さくなると、1ランク容量の小さなインバータでも使用可能となることが判る。この表では、この1ランク容量の小さなインバータでも使用可能な部分を2重枠で示している。

【0034】例えば、表1の（A）において、60Hz、22kwの流体機械にあつては、運転周波数を45Hz以下にすれば、運転電流値が66.8A以下となり、この値は、60Hz、18.5kwの流体機械の運転周波数が56Hzの運転電流値70Aに近い値となる。つまり、この場合、22kwの流体機械であっても、これより1ランク容量の小さな18.5kwの容量の周波数変換器を用いることができる。

【0035】そこで、このような場合に、流体機械の定格容量が22kwであっても、この容量に拘わらず、減速運転時の電流値に基づいて、これより1ランク容量の小さな18.5kwの容量の周波数変換器を用いる。これにより、周波数変換器の容量は必ずしも流体機械の定格容量と同一でなくとも良くなり、比較的低価格のインバータで電力料金を節減できるので、初期の投資を短期間に回収することが可能となる。

【0036】前述のように、各表で2重枠で示した運転電流値は、1ランク容量の小さな周波数変換器でも運転可能な値であり、表1にあつては、（A）に示す上限周

波数が56Hzの周波数変換器の他に（B-1）に示す上限周波数47.5Hzの周波数変換器を別途用意しておけば、この2重枠の領域が増える。表2にあつても同様に、（B-2）に示す上限周波数が47.5Hzの周波数変換器の他に（C）に示す上限周波数40Hzの周波数変換器を別途用意しておけば、この2重枠の領域が増える。

【0037】そこで、前述のようにして、極低速での運転が省エネルギー化を図る観点から最適であると考えた場合には、表1及び表2に2重枠で示す領域において、1ランク容量の小さな周波数変換器を使用するのであり、この結果、省エネルギー（電力節減）のために使用するインバータを最小コストで購入でき、初期の投資を回収し易くなる。

【0038】図8は、最高出力周波数の異なる複数の周波数変換器からなる周波数変換器群を示すもので、この例では、各容量（1.5kw、2.2kw、3.7kw、5.5kw）毎に、最高出力周波数（上限周波数）が56Hz、47.5Hz及び40Hzの3種類の合計12個の周波数変換器を用意した例を示している。

【0039】ここに、一般の汎用インバータは、上限周波数を容易に変更できるようになっているが、この場合、設定ミスにより、モータ及びインバータの定格電流値を超えるような運転（過大周波数）になり易い。しかし、前記周波数変換器群を構成する各周波数変換器は、このような不都合がないように、あらかじめ上限周波数を設定し、ユーザが容易に変更（設定ミス）できないように配慮している。但し、1クラス下の容量の周波数変換器を使用した場合、モータは支障がなくとも周波数変換器が過電流となる場合があるため、周波数変換器には、この過電流保護機能が備えられている。

【0040】前記3種類の周波数は、その比が一定、即ち、56/47.5≒1.18及び47.5/40≒1.18となっている。そのため、60Hz用流体機械にも50Hz用流体機械にも同様の効果的組み合わせが可能である。更に、40/1.18≒34Hzの周波数変換器を用意すると、50Hz用流体機械の省エネルギーに更に有効となる。

【0041】図8に示す斜めの実線は、例えば、60Hzで3.7kwの流体機械を56Hz（～38Hz）で運転する場合には、3.7kwの周波数変換器を使用し、47.5Hz以下で運転する場合には、主に2.2kwの周波数変換器を使用するような概念を示している。即ち、流体機械を所定の低速で運転する場合に、1ランク小さな容量の周波数変換器を使用できることを示している。

【0042】同様に50Hzの流体機械を40Hz以下で運転する場合にも、1ランク小さな容量の周波数変換器を使用できる。これらは、50/60Hzの両方の商用電源（電力）が共存する日本のような国において、特



に有効な品ぞろえである。

### 【0043】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、省エネルギーのために使用する周波数変換器を比較的低コストで入手することが可能となり、初期の投資を短期間に回収することができると共に、モータを過電流・過熱から守ることができる。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】周波数変換器を接続する前の既存の流体機械設備を示す側面図である。

【図2】流体機械設備の診断のために運転現場に持ち込む器材の一例を示す概略図である。

【図3】流体機械の特性曲線を示す図である。

【図4】流体機械の特性曲線を求める際の説明に付する図である。

【図5】流体機械の特性曲線を求める際の説明に付する図である。

【図6】周波数変換器を接続した流体機械設備を示す側面図である

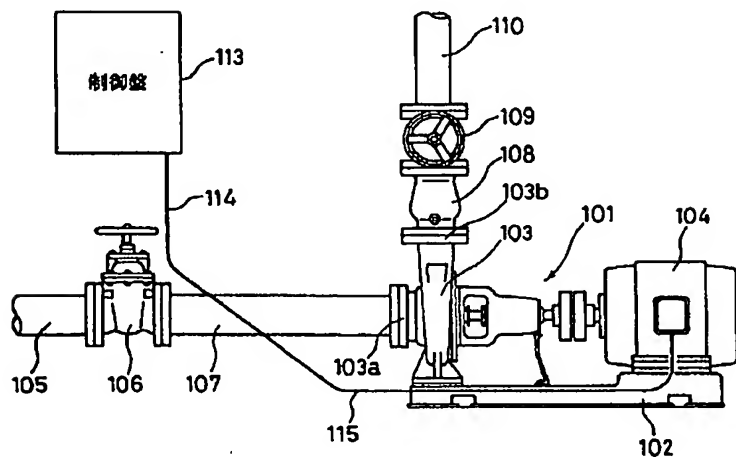
【図7】図6の周波数変換器を備えた性能調整装置を拡大して示し、図7(a)は正面図、図7(b)は側面図である。

【図8】周波数変換器群の概要図である。

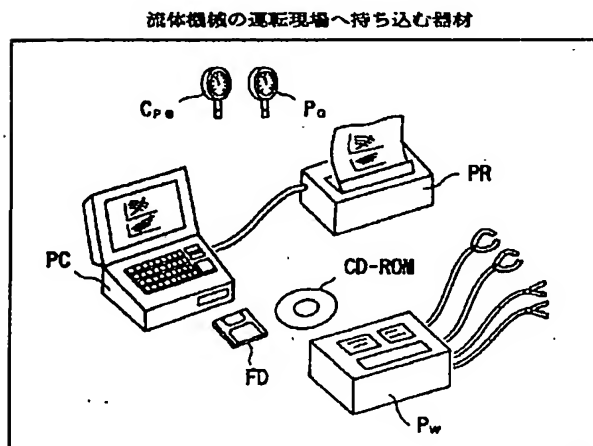
### 【符号の説明】

- |     |           |
|-----|-----------|
| 46  | ベース       |
| 47  | カバー       |
| 101 | ポンプユニット   |
| 103 | ポンプ       |
| 104 | モータ       |
| 111 | 性能調整装置    |
| 114 | 入力側ケーブル   |
| 115 | 出力側ケーブル   |
| 124 | ネジ止め式キャップ |

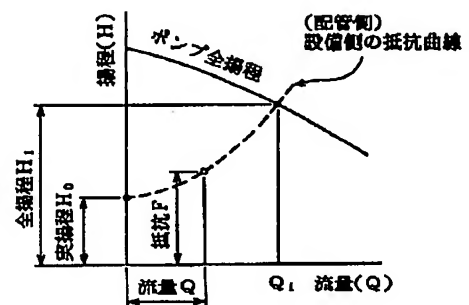
【図1】



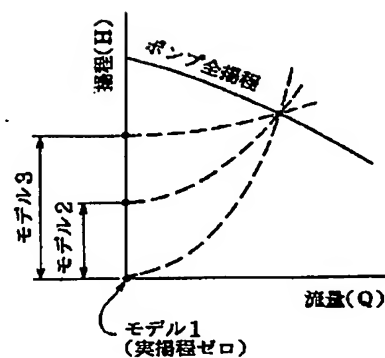
【図2】



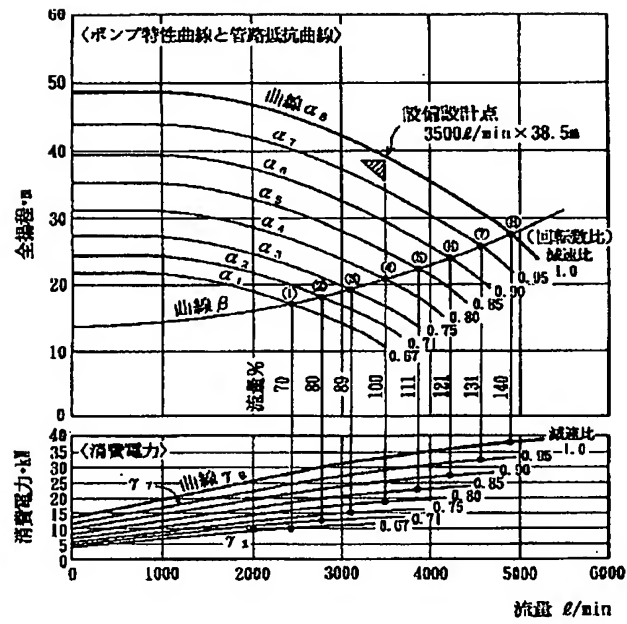
【図4】



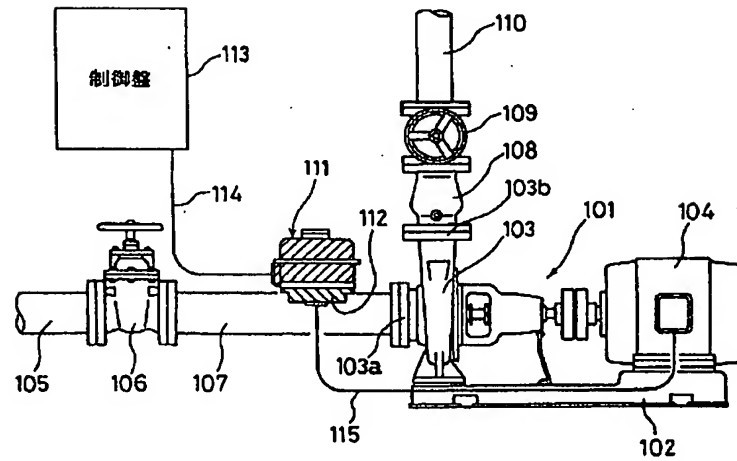
【図5】



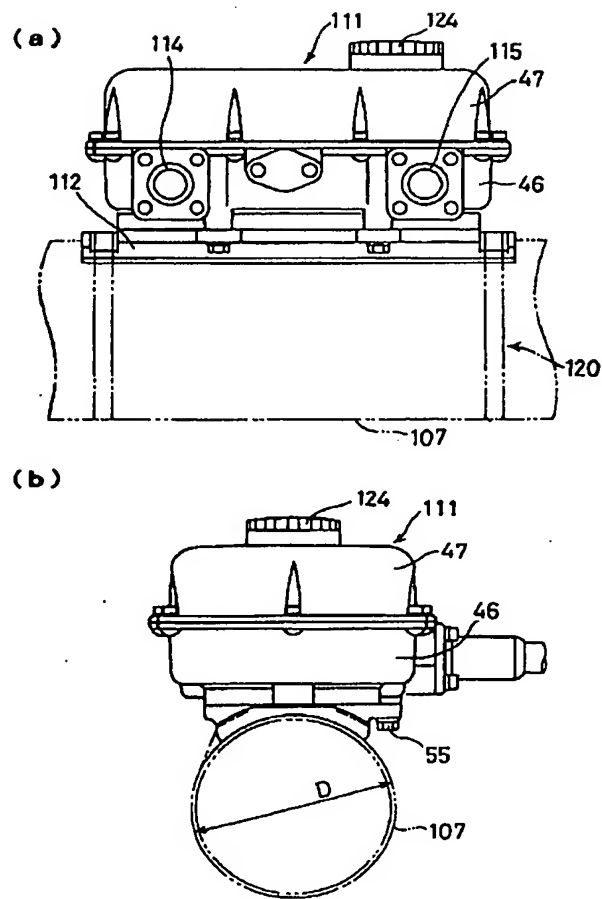
【図3】



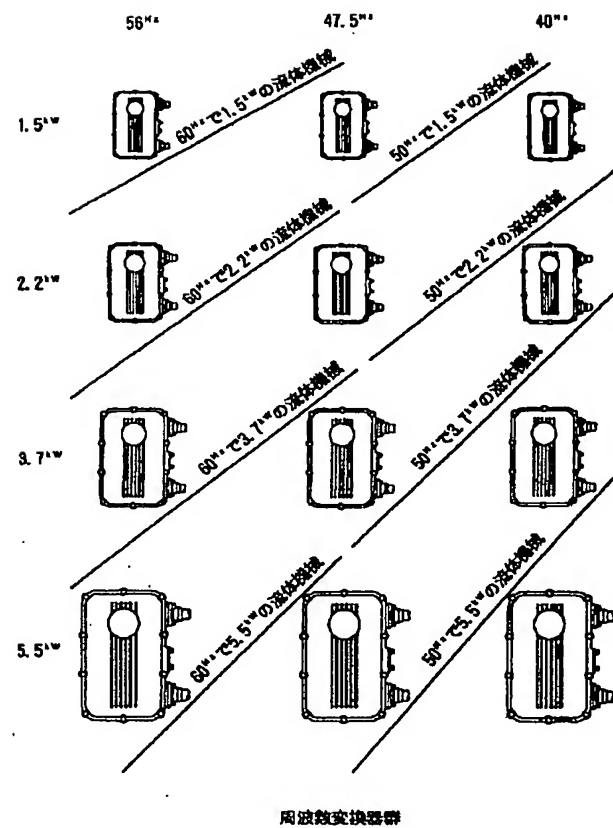
【図6】



【図7】



【図8】



周波数変換器群

フロントページの続き

(72)発明者 川畑 潤也  
東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社  
荏原製作所内

(72)発明者 上井 圭太  
東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社  
荏原製作所内

(72)発明者 宮崎 義晶  
東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社  
荏原製作所内

(72)発明者 飯島 克自  
東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社  
荏原製作所内

Fターム(参考) 3H045 AA06 AA09 AA12 AA23 BA32  
BA42 BA43 DA07 EA38